

Исследование скорости деградации импульсных матриц при проведении ресурсных испытаний

Гафуров Эльдар Маратович

Фомин Алексей Васильевич, Филоненко Елена Михайловна

РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика. Е.И. Забабахина

Смирнов Евгений Викторович, к.т.н.

dep5@vniitf.ru

Перспективные разработки в области мощных полупроводниковых лазерных излучателей (ЛИ) спектрального диапазона 790-810 нм открывают новые возможности применений для оптической накачки различных активных сред твердотельных лазеров (ТТЛ) [1]. В рамках создания и развития собственного производства ТТЛ с диодной накачкой в РФЯЦ-ВНИИТФ была проведена большая исследовательская работа, направленная на разработку конструкции и технологии изготовления мощных лазерных излучателей на базе линеек лазерных диодов. Применение разработанных технических решений позволило изготовить матрицы лазерных диодов (МЛД) с характеристиками, превосходящими существующие отечественные аналоги [2].

Важнейшим этапом в производстве МЛД, также как и любых других лазерных излучателей, является определение надежности при требуемых режимах эксплуатации. В свою очередь, скорость изменения выходных характеристик ЛИ, позволяющая оценить надежность, зависит от вкладов различных механизмов деградации лазерных устройств, установить которые можно в течение проведения ресурсных испытаний [3].

Поскольку в среднем ресурс мощных импульсно-периодических МЛД превышает 10⁹ импульсов [4], в данной работе была применена методика ускоренных испытаний. Одним из ускоряющих параметров деградации выступает повышенная температура, влияние которой, в соответствии со стандартом Telecordia GR468CORE описывается согласно модели Аррениуса [5]:

$$L = \beta \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right)$$

где L – параметр, отображающий срок службы, например, средний срок службы, медианный срок службы и т. п. β – положительная константа, которая относится к характеристикам и геометрическим формам изделия. E_a – энергия активации, измеряемая в эВ. k – постоянная Больцмана. T – температура в градусах Кельвина. Модель Аррениуса показывает, что параметр, описывающий срок службы, экспоненциально снижается при повышении температуры.

В рамках данной работы проведено исследование зависимости скорости деградации мощных импульсно-периодических МЛД с длиной волны излучения 808 нм от температуры термостабилизации ЛИ. Результаты ускоренных ресурсных испытаний МЛД для трех температурных режимов представлены на рисунке 1.

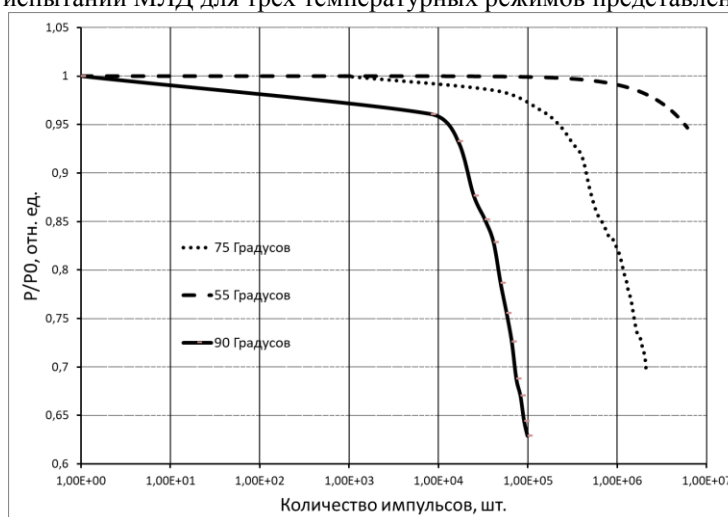


рис. 1. Результаты ускоренных ресурсных испытаний МЛД при температурах 55, 75 и 90 °C

В данной работе предложен метод ускоренных ресурсных испытаний МЛД и оценки срока службы изделий при номинальных значениях температуры термостабилизации ЛИ. На основании полученных результатов в соответствии с моделью Аррениуса найдены скорости деградации исследуемых МЛД и проведен расчет значения температурно обусловленной энергии активации деградационных процессов. Рассчитанное время жизни МЛД для рабочей температуры 25 °C составило $4 \cdot 10^{10}$ импульсов.

Список публикаций:

- [1] Yao, Tianfu et al. High-Power Continuous-Wave Directly-Diode-Pumped Fiber Raman Lasers // APPLIED SCIENC-ES- BASEL, 2015, Том: 5 Выпуск: 4 Стр.: 1323-1336.
- [2] Матрица лазерных диодов и способ её изготовления: Пат. 2544875 Россия, МПК H01S 5/00, H01S 5/42(2006.01) ГК «Росатом», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина» / Фомин А.В., Смирнов Е.В., Миловидов Н.И.
- [3] Тер-Мартirosян А.Л., Мощные источники лазерного излучения на основе квантоворазмерных гетероструктур [Текст]. // Тер-Мартirosян А.Л. Диссертация- СПб.: ЗАО «Полупроводниковые приборы»/2014
- [4] Цзин Чжу, Томас Ян, Цуйпэн Чжан и др. Исследования надежности диодных лазеров с несколькими одиночными излучателями высокого уровня яркости. // Фотоника № 6 / 60 / 2016.

Окисление этанола и метанола на композиционных электродах $\text{RuO}_2\text{-Pt}$ в средах с ограниченной диффузией

Соломенникова Анастасия Александровна
Удмуртский государственный университет
Харанжевский Евгений Викторович, д.т.н.
solomennikovavtk@mail.ru

В интересах развития энергетики и топливных элементов необходимо проведение поисковых исследований о разработке фундаментальных инженерных основ технологии изготовления и методов получения каталитических электродных материалов, обеспечивающих увеличение срока службы электродов и мощности, с большой устойчивостью к отравлению даже в условиях работы на загрязненном примесями водороде.

Цель исследования состоит в изучение функциональных свойств каталитических электродных материалов на основе рутения и платины, полученных короткоимпульсным лазерным излучением. Данный метод получения электродных материалов позволяет управлять структурой катализаторов на основе композиционных систем платина-рутений и достичь наибольшей эффективности [1].

В качестве электрода-основы использовали коммерчески доступные планарные трехэлектродные системы (ООО «Автоком», Москва, Россия). Спиртовой раствор рутения и платины (0,1 мкл) наносили на поверхность рабочего электрода (рис. 1, поз. 3). После полной просушки поверхности электрода осуществляли лазерную обработку в защитной среде. Для короткоимпульсной лазерной обработки использовали импульсный иттербиевый оптоволоконный лазер номинальной мощностью 50 Вт с длиной волны 1,065 мкм.

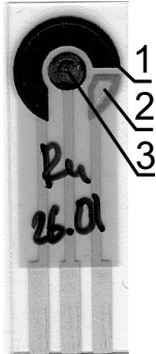


рис. 1. Планарная электродная система с модифицированным рабочим электродом: 1 – графитовый противозлектрод; 2 – электрод сравнения Ag/AgCl ; 3 – рабочий электрод, модифицированный оксидом рутения и платины.

Исследование электрохимических характеристик и каталитической активности образцов проводили методом циклической вольтамперометрии (ЦВА) на потенциостате-измерителе импеданса *EcoLab 2A-500* (ООО «Эковектор», Ижевск, Россия) в диапазоне потенциалов от -500 до 500 мВ при скорости сканирования 100 мВ/с. Все потенциалы приведены относительно хлоридсеребряного электрода. На графитовый электрод, покрытый $\text{Ru} - \text{Pt}$, капельным методом добавляли 100 мкл фосфатно-солевого буферного раствора ($\text{pH}=7,25$), затем добавляли исследуемое вещество. В качестве исследуемых веществ были использованы 40% этиловый и 1% метиловый спирты. Поверхность электродов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии.

Электронно-микроскопическое изображение графитовой поверхности рабочего электрода после нанесения оксидноплатино-рутениевого покрытия представлено на рис. 2. На контрастном изображении светлые области соответствуют оксиду рутения и платины, а более темные – графитовой подложке.